

## **Jujukan Usia Batuan di Dalam Kompleks Benta, Pahang Berdasarkan Cirian Lapangan dan Penentuan Usia Batuan Secara K/Ar Keseluruhan Batuan**

MOHD ROZI UMOR & SYED SHEIKH ALMASHOOR

Program Geologi, Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 Bangi, Selangor, Malaysia

### **Abstrak**

Terdapat lima jenis batuan di dalam Kompleks Benta yang mempunyai hubungan sejarah dan genetik di dalam pembentukan batuan di kawasan yang dikaji, iaitu Jeram Besu dan bekas kuari JKR Benta, Pahang. Batuan ini ialah gneis psamit, diorit kuarza, sienit porfir, monzonit porfir dan telerang. Gneis psamit berlainan genetik dengan keempat batuan selebihnya, sedangkan diorit kuarza, sienit porfir dan monzonit boleh dikelompokkan di dalam suit batuan alkali berdasarkan unsur geokimia dan boleh ditentukan jujukan usia relatif berdasarkan ciri lapangan. Sementara telerang yang sememangnya paling muda didapati mempunyai ciri geokimia yang berbeza dengan batuan alkali. Bagi memastikan kesahihan jujukan usia secara relatif di lapangan, maka penentuan usia radiometri secara nisbah Potassium-Argon (K/Ar) keseluruhan batuan dilakukan. Perbandingan usia relatif batuan di lapangan dengan usia radiometri K/Ar menunjukkan keselarian. Dipercayai gneis psamit yang merupakan batuan metamorf berusia paling tua, diikuti oleh diorit kuarza (Jura Tengah), sienit porfir (Kapur Bawah) dan kemudian monzonit (Kapur Atas?) dan paling muda adalah telerang.

### **Ages of Rocks in the Benta Complex, Pahang Based on Field Observations and Whole Rock K/Ar Dating**

#### **Abstract**

The study was carried out in Jeram Pasu and an ex-JKR quarry in Benta Pahang. In the study area, the Benta Complex comprises five rock types, which are related in origin and genesis. The rocks are gneiss psamite, quartz-diorite, porphyritic syenite, porphyritic monzonite and veins. Psamite gneiss is genetically different, while quartz-diorite, porphyritic syenite and monzonite are grouped as alkaline rocks according to their geochemical characteristics and their relative ages can be determined in the field. The veins are the youngest and their geochemical characteristics are different from the alkaline rocks. Radiometry dating using whole rock Potassium-Argon ratio (K/Ar) was carried out to confirm their relative ages. The relative ages obtained based the K/Ar methods corresponds to that observed in the field. The metamorphic rock psamite gneiss is believed to be the oldest rock, followed by quartz-diorite (Middle Jurassic), porphyritic syenite (Early Cretaceous), monzonite (Late Cretaceous) and the veins are the youngest.

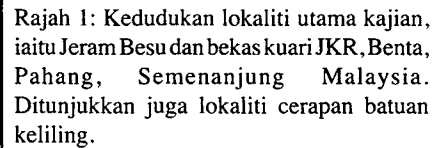
### **PENDAHULUAN**

Batuan Kompleks Benta, Pahang dinamakan oleh Hutchison (1971) dan Syed Sheikh Almashoor (1994) berdasarkan kajian di dua lokaliti utama iaitu, Jeram Besu dan bekas kuari Jabatan Kerja Raya (JKR), Benta, Pahang. Jeram Besu berada 32.2 km dari Kuala Lipis dan 6.4 km dari pekan Benta menghala Raub. Sementara bekas kuari JKR, Benta berada 1 km dari Jeram Besu menghala ke pekan Benta (Rajah 1).

Lokaliti kajian ini mempunyai lima jenis batuan yang boleh dibezakan di lapangan dengan jelas berdasarkan saiz butiran, tekstur dan warna. Kedudukan kelima-lima jenis batuan ini begitu kompleks dengan ciri kandungan-mengandung, potong-memotong dan sempadan terobosan

yang boleh menjadi petunjuk kepada usia relatif antara batuan. Kajian yang dijalankan bertujuan membuat jujukan usia secara relatif bagi kelima-lima jenis batuan ini yang kemudiannya dibandingkan dengan analisis penentuan usia secara radiometri nisbah K/Ar keseluruhan batuan. Perbandingan ini akan memberi kesimpulan sama ada sesuai atau tidak menggunakan analisis radiometri bagi penentuan usia batuan yang kompleks.

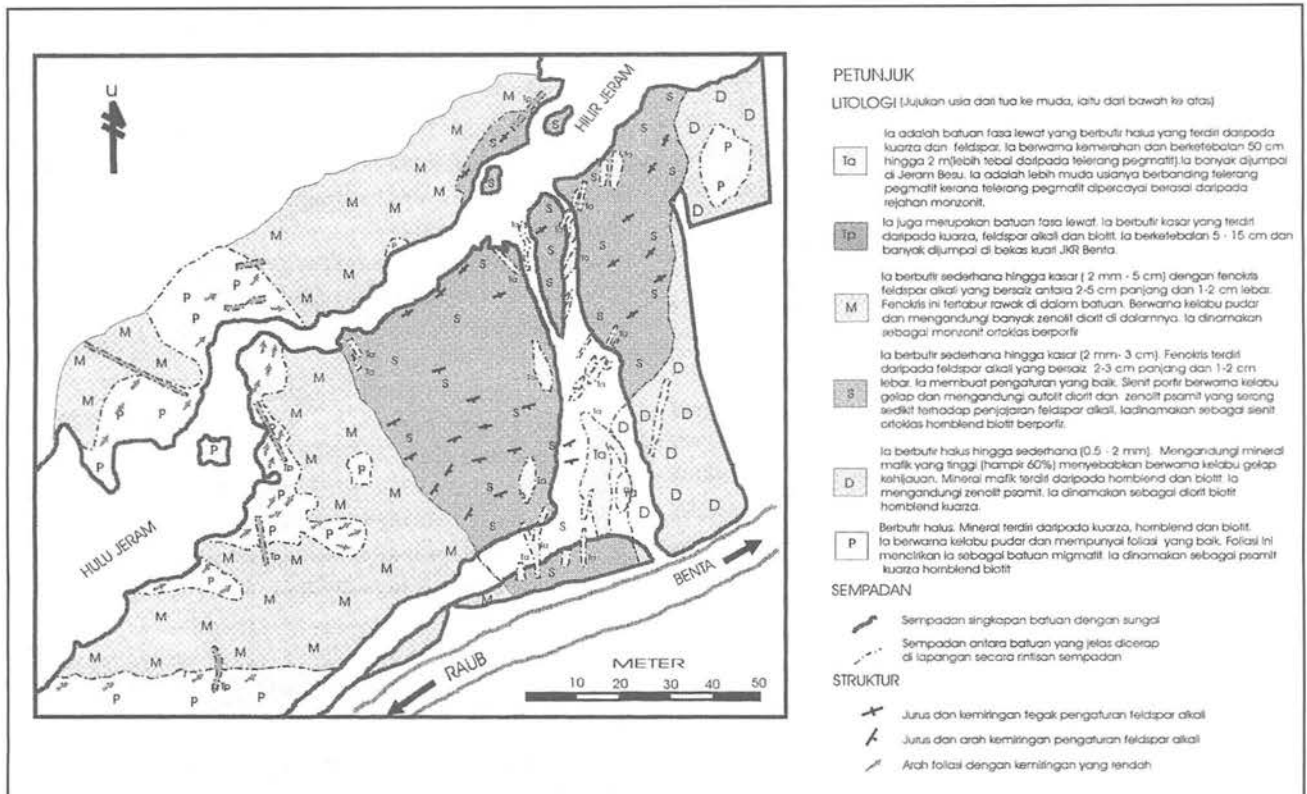
Hutchison (1971) dan Syed Sheikh Almashoor (1994) telah mengkaji kawasan ini secara terperinci. Namun begitu, kedua-dua pengkaji ini mempunyai pandangan yang berbeza mengenai usia relatif antara batuan. Oleh itu, kajian yang dijalankan oleh penulis akan dapat menyelesaikan percanggahan pendapat kedua-dua pengkaji ini.



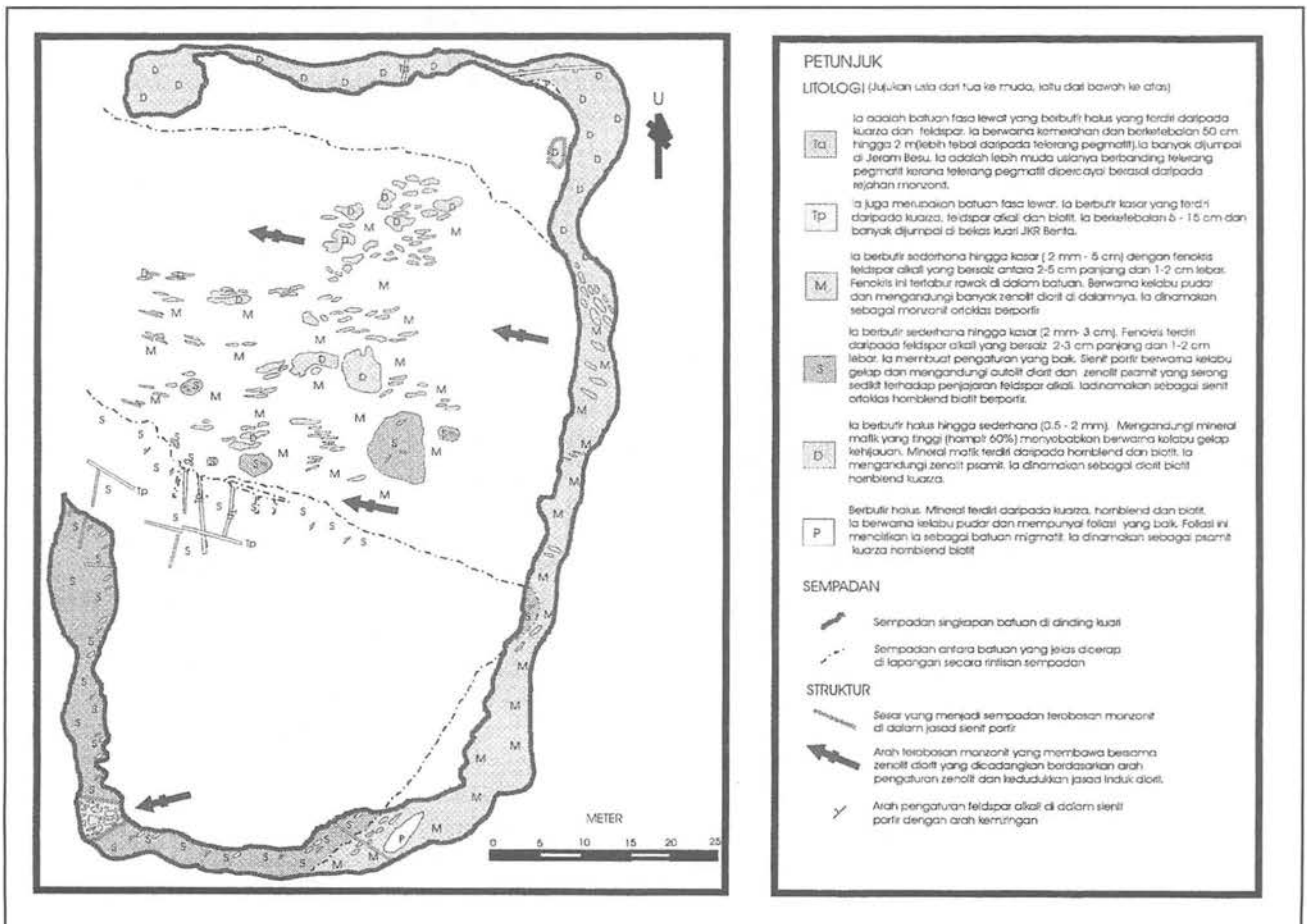
Kompleks Benta diwakili oleh lima jenis batuan, iaitu empat jenis batuan igneus dan satu jenis batuan metamorf. Batuan igneus dibahagikan kepada kumpulan alkali dan kalsik mengikut indeks alkali Peacock (1931). Kumpulan alkali diwakili oleh diorit kuarza, sienit porfir dan monzonit porfir, sementara kumpulan kalsik diwakili oleh telarang. Batuan metamorf pula dinamakan sebagai gneis psamit. Taburan batuan di Jeram Besu dan bekas kuari JKR, Benta ditunjukkan oleh Rajah 2 dan 3.

Diorit kuarza dicirikan oleh warna yang kelabu gelap kehijauan dengan indeks warna mesokratik yang menjadi ciri utama pengelasan batuan ini di lapangan. Berbutir sederhana dengan saiz butiran biotit mencapai 7 mm panjang. Ia dominan dengan mineral mafik (biotit dan hornblend) yang memenuhi hampir 60 % isipadu batuan. Ia tidak menunjukkan pengaturannya yang baik. Mineral felsik terdiri daripada kumpulan feldspar yang tertabur rawak di dalam jisim batuan dengan saiz 1 cm panjang. Kuarza tidak dapat dilihat pada sampel tangan. Diorit kuarza menempati hampir 10 % keluasan singkapan di Jeram Besu dan 30 %

Sienit porfir merupakan batuan berbutir kasar dengan fenokris feldspar alkali pelbagai saiz dengan julat 1–2 cm panjang dan 0.5–0.8 cm lebar. Ciri utama membezakan batuan ini dengan diorit kuarza dan monzonit porfir ialah fenokris feldspar alkali yang mengatur dengan baik. Fenokris feldspar alkali mengisi hampir 50 % daripada isipadu batuan dan kebanyakan bersambungan membentuk penjajaran. Ia berwarna kelabu tetapi di permukaan terluluhawa, terutamanya berdekatan tebing sungai dan kawasan terganggu oleh kekar, didapati ia berwarna kelabu merah jambu. Matriknya terdiri daripada hornblend, biotit, plagioklas dan kuarza yang mengisi celah-celah fenokris. Di sesetengah kawasan, terutamanya di Jeram Besu, arah pengaturan fenokris feldspar alkali tidak jelas dan fenokris feldspar alkali didapati berbentuk heksagon mencapai 4 cm diameter. Sienit porfir menempati hampir 40 % keluasan singkapan di Jeram Besu dan 30 % keluasan singkapan di bekas kuari JKR, Benta (Rajah 2 dan 3). Di dalam batuan ini banyak dijumpai telerang yang bersaiz 2 – 3 cm lebar dan memotong secara berserenjang atau selari dengan arah



Rajah 2: Taburan jenis batuan di Jeram Besu, Pahang, Semenanjung Malaysia.



Rajah 3: Taburan batuan di bekas kuari JKR, Benta, Pahang, Semenanjung Malaysia.

pengaturan feldspar alkali yang menyebabkan pengaturan feldspar alkali terganggu.

### Monzonit Porfir

Monzonit porfir berbeza dengan sienit porfir dari segi saiz fenokris dan taburannya. Ia bersaiz kasar dengan fenokris feldspar alkali berjulat 2–4 cm panjang dan 1–2 cm lebar dan tertabur secara rawak di dalam batuan. Di sesetengah kawasan, iaitu dekat sempadan antara monzonit porfir dengan gneis psamit dan diorit kuarza, fenokris feldspar alkali menunjukkan sedikit pengaturan. Ini adalah kesan aliran dan seretan yang berlaku apabila bersentuhan dengan sempadan batuan. Matriknya terdiri daripada hornblend dan biotit yang berwarna hijau gelap serta feldspar yang anhedral. Monzonit porfir menempati hampir 50 % keluasan singkapan di Jeram Besu dan 60 % keluasan singkapan bekas kuari JKR, Benta (Rajah 2 dan 3).

### Telerang

Terdapat dua jenis telerang di lapangan dikelaskan berdasarkan saiz butiran, ketebalan telerang dan warna, tanpa mengambilkira komposisi mineral, iaitu telerang aplit dan telerang pegmatit. Telerang aplit banyak dijumpai di Jeram Besu. Ia berketebalan 0.5–1.0 m, berbutir halus dan berwarna kemerah-merahan akibat luhawa. Telerang pegmatit pula banyak dijumpai di bekas kuari, JKR, Benta. Ia berwarna kelabu cerah, berketebalan antara 8–25 cm dan berbutir kasar dan adakala boleh dijumpai bintikan biotit tertabur rawak di dalamnya.

### Gneis psamit

Gneis psamit dicirikan oleh kehadiran foliasi yang dibentuk oleh pengaturan kuarza yang berwarna putih yang seakan segregasi di dalam matrik mineral mafik. Ia berbutir halus dan berwarna kelabu kehijauan, dan dibezakan dengan diorit kuarza berdasarkan kehadiran foliasi. Berdekatan dengan sempadan batuan, gneis psamit menunjukkan foliasi kerdut dan membentuk lipatan isoklin rencam. Fitur ini dinamakan sebagai “sylieren” yang mencirikan batuan ini sebagai migmatit. Ia menempati 15 % keluasan singkapan di bahagian barat daya Jeram Besu dan di bekas kuari cuma dijumpai di dua stesen cerapan sahaja (Rajah 2 dan 3).

## CERAPAN LAPANGAN

### Kehadiran Zenolit

Kehadiran zenolit di dalam batuan menjadi ciri utama bagi kawasan ini bagi mengetahui usia relatif antara batuan. Ini kerana, hampir kesemua jenis batuan mengandungi zenolit yang berbagai bentuk dan saiz. Kajian menunjukkan bahawa kehadiran zenolit boleh dihuraikan kepada lima keadaan. Bagi memudahkan perlabelan stesen cerapan di kawasan kajian peta stesen cerapan ditunjukkan pada Rajah 4 dan Rajah 5.

### *Kehadiran zenolit gneis psamit di dalam sienit porfir dan monzonit*

Zenolit gneis psamit di dalam sienit porfir boleh dicerap di stesen cerapan 27 di Jeram Besu dan stesen cerapan 66 di bekas kuari JKR, Benta (Foto 1a). Zenolit gneis psamit ini bersaiz 6–12 cm panjang dan 3–4 cm lebar dan mempunyai sempadan yang jelas. Ia masih mengekalkan foliasi dan arah foliasi hampir selari dengan arah pengaturan feldspar alkali di dalam sienit porfir. Dibandingkan dengan zenolit diorit kuarza, didapati saiz zenolit gneis psamit lebih kecil.

Zenolit gneis psamit di dalam monzonit porfir boleh dijumpai dengan banyak berdekatan sempadan, iaitu di stesen cerapan 1, 2, 6, 8, 9 dan 54. Ia bersaiz purata 30 cm panjang dan 15 cm lebar, bersempadan jelas dan berbentuk breksia (Foto 1b). Ini menunjukkan monzonit porfir merejah gneis psamit tetapi diangkut tidak jauh dari batuan punca. Zenolit gneis psamit juga dijumpai bersaiz 3–4 m diameter berdasarkan pemetaan.

Kehadiran gneis psamit ini sebagai zenolit di dalam sienit porfir dan monzonit porfir menunjukkan ia lebih tua secara relatif berbanding kedua-dua jenis ini.

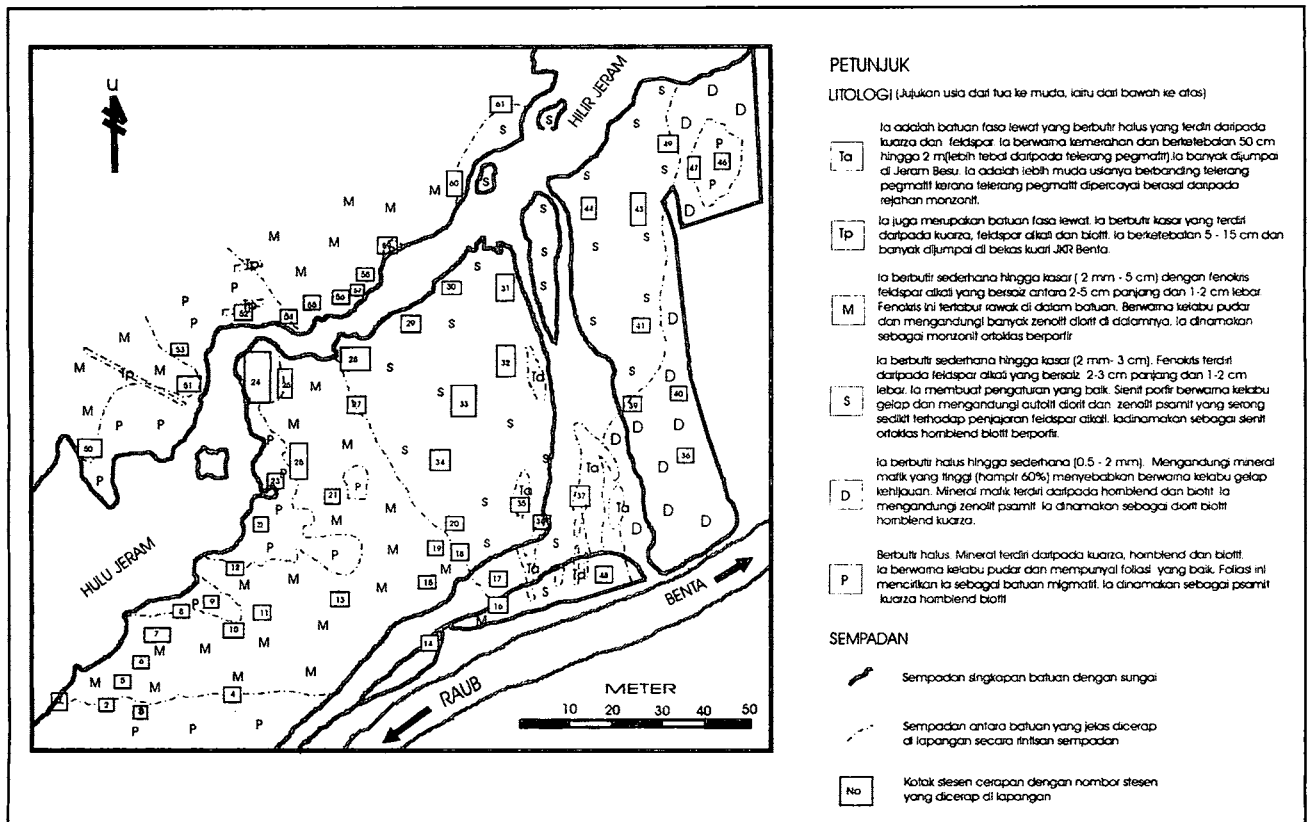
### *Kehadiran zenolit diorit kuarza di dalam sienit porfir dan monzonit porfir*

Selain daripada gneis psamit, diorit kuarza juga banyak dicerap menjadi zenolit di dalam sienit porfir dan monzonit porfir. Kehadiran zenolit diorit kuarza di dalam monzonit porfir lebih melimpah berbanding sienit porfir, terutamanya di bekas kuari JKR, Benta.

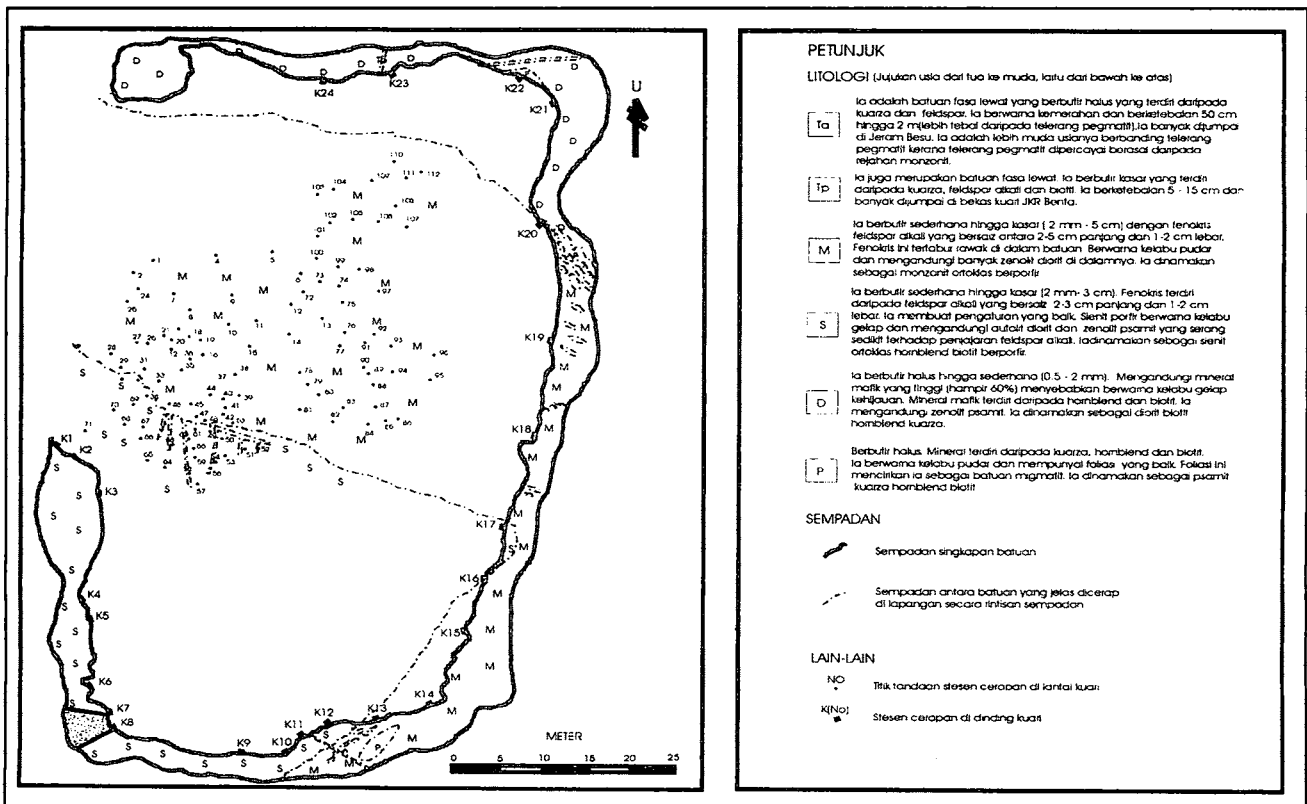
Zenolit diorit kuarza di dalam sienit porfir dijumpai di Jeram Besu pada kedudukan stesen cerapan 28, 29, 30, 31, 32 dan 34. Umumnya zenolit diorit kuarza di dalam sienit porfir lebih kecil berbanding kehadirannya di dalam monzonit porfir. Ia bersaiz antara 15 cm–1 m panjang dengan kelebaran antara 5–10 cm. Ia berbentuk memanjang dan sempadannya kurang jelas dengan terdapat tusukan feldspar alkali (Foto 1c). Arah pengaturan zenolit adalah serong sedikit terhadap arah pengaturan feldspar alkali di dalam sienit porfir.

Zenolit diorit kuarza di dalam monzonit banyak boleh dijumpai di Jeram Besu dan bekas kuari JKR, Benta. Namun begitu, kehadirannya di bekas kuari lebih melimpah. Di Jeram Besu, zenolit diorit kuarza bersaiz lebih kecil berbanding di bekas kuari. Ia berjulat antara 20–40 cm panjang dan 10–20 cm lebar dengan sempadan yang jelas (Foto 1d). Berbeza dengan zenolit di bekas kuari, ia bersaiz antara 20–150 cm panjang dan 10–50 cm lebar dengan sempadan yang boleh dilihat jelas ataupun tidak bergantung kepada jarak dengan batuan induk diorit. Di lantai kuari, zenolit diorit kuarza bersempadan tidak jelas, sementara di dinding kuari ia bersempadan jelas.

Kehadiran zenolit diorit kuarza di dalam sienit porfir dan monzonit porfir menunjukkan usia relatif diorit kuarza



Rajah 4: Taburan stesen cerapan di Jeram Besu, Benta, Pahang, Semenanjung Malaysia.



Rajah 5: Taburan stesen cerapan di bekas kuari JKR, Benta, Pahang, Semenanjung Malaysia.

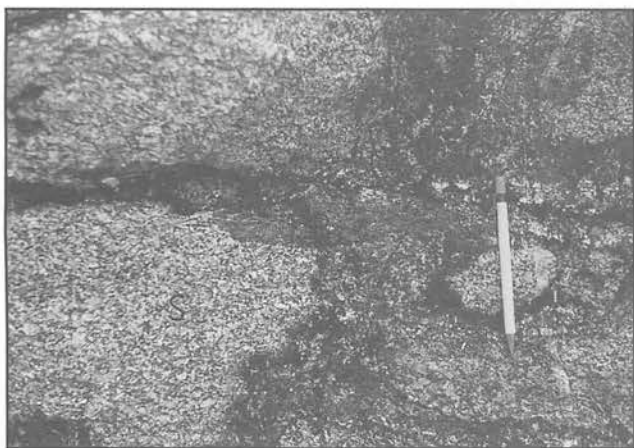


Foto 1a: Zenolit gneis psamit di dalam sienit porfir diceraap di stesen cerapan 66 di bekas kuari JKR, Benta. Simbol: P = gneis psamit, S = sienit porfir.

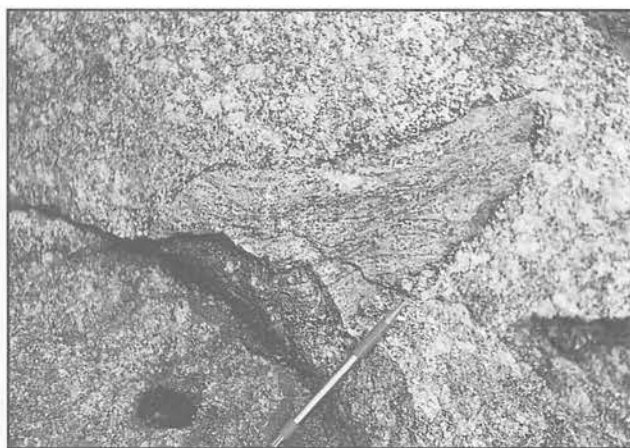


Foto 1b: Zenolit gneis psamit di dalam monzonit porfir diceraap di stesen cerapan 2 di Jeram Besu.

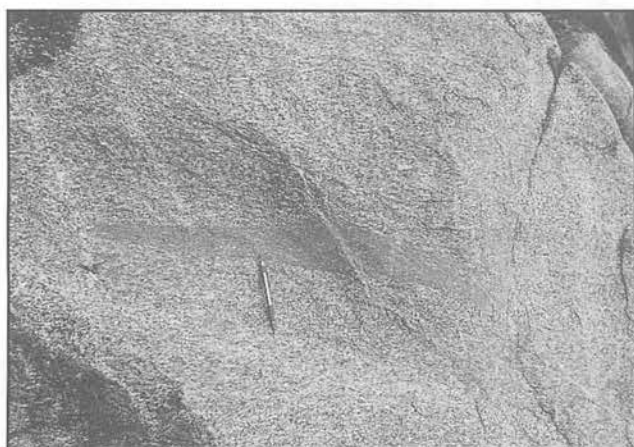


Foto 1c: Zenolit diorit kuarza di dalam sienit porfir diceraap di stesen cerapan 30 di Jeram Besu. Ia berbentuk memanjang.

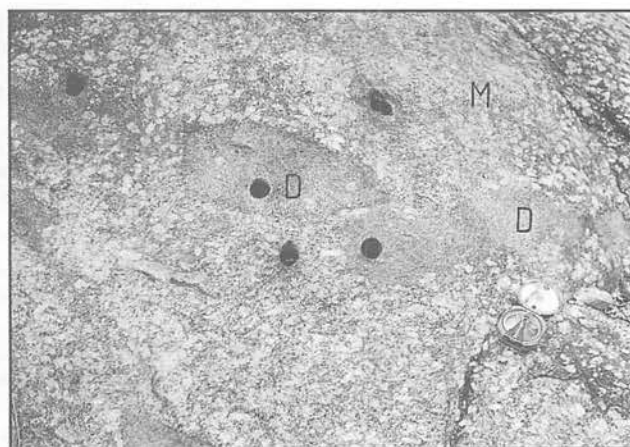


Foto 1d: Zenolit diorit kuarza di dalam monzonit porfir diceraap di stesen cerapan 7 di Jeram Besu. Simbol: D = diorit kuarza, M = tonzonit porfir.

adalah lebih tua berbanding sienit porfir dan monzonit porfir.

### ***Kehadiran zenolit sienit porfir di dalam monzonit***

Zenolit sienit porfir di dalam monzonit porfir boleh dijumpai di bekas kuari JKR Benta sahaja. Ia bersaiz besar dan ditafsirkan kewujudannya berdasarkan gabungan beberapa stesen cerapan di lantai kuari (Rajah 3). Umumnya, ia bersaiz 3–5 m persegi, bentuknya bersudut-sudut dan di dalamnya terdapat telerang-telerang kecil yang berpunca dari monzonit porfir. Ini disokong oleh kehadiran zenolit sienit porfir yang lebih kecil di sempadan batuan, iaitu di stesen cerapan K17 (Foto 1e). Saiznya 18 cm panjang dan 8 cm lebar dengan sempadan jelas dan bersudut-sudut.

Kehadiran zenolit ini menunjukkan usia relatif sienit porfir lebih tua berbanding monzonit porfir. Berdasarkan 3 ragam kehadiran zenolit yang telah diutarakan sebelum ini menunjukkan jujukan usia secara relatifnya dari tua ke muda ialah dari diorit kuarza kepada sienit porfir dan monzonit porfir. Kenyataan ini disokong oleh kewujudan zenolit yang dinyatakan seterusnya.

### ***Kehadiran zenolit diorit kuarza di dalam sienit porfir yang menjadi zenolit kepada monzonit***

Di dalam bongkah zenolit sienit porfir yang besar, iaitu yang dijumpai di dalam monzonit porfir, telah dijumpai zenolit diorit kuarza (Foto 1f). Ia bersaiz kecil, iaitu antara 5–15 cm panjang dan 3–6 cm lebar dengan sempadan yang jelas.

### ***Sempadan antara batuan.***

Terdapat lima sempadan batuan yang boleh diceraap di Jeram Besu dan bekas kuari, JKR, Benta. Kebanyakannya menunjukkan hubungan intrusif dengan sempadan berlekuk-lekuk.

### ***Sempadan antara gneis psamit dan monzonit porfir***

Sempadan antara batuan ini boleh diceraap di Jeram Besu pada stesen cerapan 1, 2, 3, 4, 5, 54 dan 59 (Rajah 4). Di stesen cerapan 1 hingga 5, sempadan batuan tidak lurus dan membentuk lekukan terhadap gneis psamit (Foto 2a).



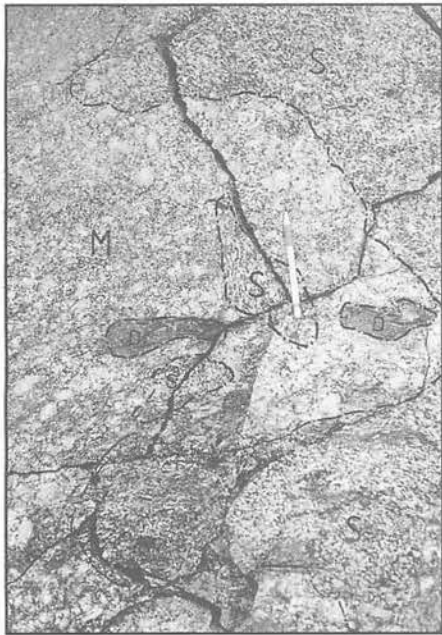


Foto 1e: Zenolit sienit porfir di dalam monzonit porfir diceraip di stesen cerapan K7 di dinding bekas kuari JKR, Benta. Ia merupakan singkapan sempadan intrusif antara sienit porfir dan monzonit porfir yang menunjukkan monzonit porfir merejah sienit porfir. Dijumpai juga zenolit diorit kuarza yang berada di dalam monzonit. Simbol: D = diorit kuarza, S = sienit porfir, M = monzonit porfir.

Arah foliasi gneis psamit berdekatan sempadan berkecamuk. Terdapat tusukan monzonit ke dalam gneis psamit berketebalan 3–4 cm dan juga zenolit gneis psamit berdekatan sempadan. Ini menunjukkan monzonit porfir telah menerobos gneis psamit yang berusia lebih tua. Sempadan yang ditunjukkan adalah sempadan intrusif.

#### **Sempadan antara sienit porfir dan monzonit porfir**

Sempadan sienit porfir dan monzonit porfir boleh diceraip di Jeram Besu dan bekas kuari JKR, Benta. Di Jeram Besu, sempadan batuan dijumpai di stesen cerapan 16, 18, 27 dan 28 (Rajah 4). Sempadan ini didapati berubah daripada sempadan sesar kepada sempadan intrusif apabila rintisan dilakukan dari stesen cerapan 28, 27 ke stesen cerapan 18 dan 16. Di stesen cerapan 27 dan 28, sempadannya lurus dan tajam, tiada herotan pengaturan feldspar alkali dan juga suntikan monzonit (Foto 2b). Bagaimanapun, rintisan sempadan ke stesen cerapan 18 dan 16, didapati satah sesar ini memasuki sienit porfir dan sempadan intrusif boleh diceraip.

Di bekas kuari JKR, Benta, sempadan lebih jelas dilihat di lantai kuari, iaitu dengan mempertimbangkan stesen cerapan 29, 30, 31, 32, 33, 34, 42, 46, 47, 48, 49, 50, 61 dan 62 (Rajah 5). Lakaran berdasarkan stesen cerapan ini menunjukkan sempadan intrusif yang tidak lurus dalam arah  $310^{\circ}\text{U}$  atau  $130^{\circ}\text{U}$ . Sekiranya diunjurkan sempadan ini ke arah  $130^{\circ}\text{U}$ , ia boleh dijumpai di stesen K17.

Di lantai kuari, stesen cerapan 48 dan 62, sempadan

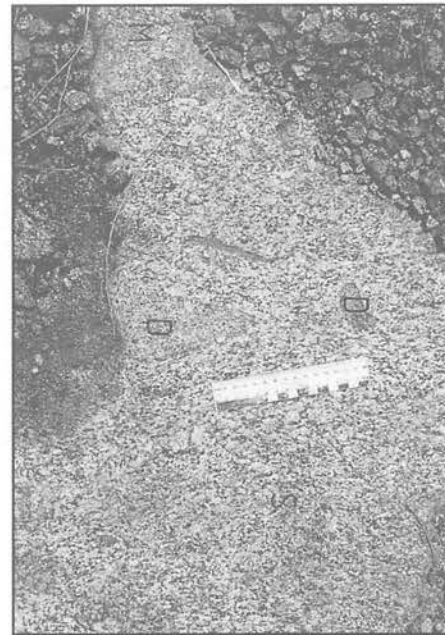


Foto 1f: Zenolit diorit kuarza di dalam zenolit sienit porfir yang bersaiz 3m berada di dalam monzonit. Ia diceraip di lantai bekas kuari JKR, Benta. Simbol: D = diorit kuarza, S = sienit porfir, M = monzonit porfir.

ini jelas menunjukkan hubungan intrusif dengan tusukan monzonit ke dalam sienit porfir secara berselirat (Foto 2c). Tusukan ini menyebabkan pengaturan feldspar alkali di dalam sienit porfir turut terkacau. Oleh itu, ditafsirkan monzonit porfir adalah lebih muda dan menerobos sienit porfir, iaitu selaras dengan kehadiran zenolit sienit porfir di dalam monzonit porfir.

#### **Sempadan antara diorit kuarza dengan monzonit porfir**

Sempadan ini boleh dijumpai di bekas kuari JKR, Benta sahaja, iaitu di stesen K20 (Rajah 5). Sempadan berlekuk-lekuk dan menunjukkan sempadan intrusif (Foto 2d). Penulis mentafsirkan monzonit porfir yang lebih muda telah menerobos diorit kuarza. Ini selaras dengan kenyataan wujudnya zenolit diorit kuarza di dalam monzonit porfir.

#### **Sempadan antara diorit kuarza dan sienit diorit**

Sempadan ini boleh diceraip di Jeram Besu sahaja, iaitu di stesen cerapan 39. Di stesen cerapan ini, didapati sempadannya jelas dan lurus. Ia dibentuk oleh sesar. Ia tidak mengherotkan pengaturan feldspar alkali di dalam sienit porfir dan tiada suntikan batuan dijumpai (Foto 2e). Namun begitu, sekiranya diunjurkan sempadan ini ke timur laut, didapati sesar ini masuk ke dalam diorit kuarza. Ia berkeadaan hampir sama dengan sempadan sienit porfir dan monzonit porfir. Oleh itu, penulis masih menganggap ia sempadan intrusif.



Foto 2a: Sempadan antara gneis psamit dan monzonit menunjukkan sempadan intrusif yang mana monzonit menerobos gneis psamit. Cerapan di stesen cerapan 3 di Jeram Besu. Simbol: P = Gneis psamit, M = Monzonit porfir.

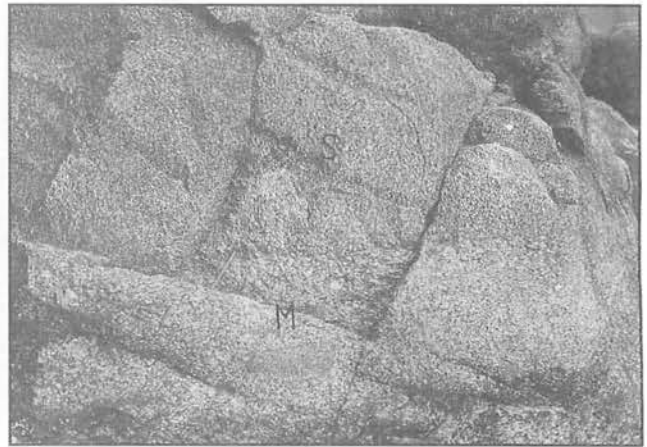


Foto 2b: Sempadan antara sienit porfir dan monzonit porfir di cerap di stesen cerapan 27 di Jeram Besu. Ia menunjukkan sempadan sesar, namun begitu sekiranya diunjurkan sempadan ini ke stesen 18, ia menunjukkan hubungan intrusif. Simbol: S = Sienit porfir, M = Monzonit porfir.



Foto 2c: Sempadan antara sienit porfir dan monzonit porfir dicera di stesen cerapan 48 di lantai kuari JKR, Benta. Ia menunjukkan hubungan intrusif dengan tusukan monzonit ke dalam sienit porfir secara berselirat. Simbol: D = Diorit kuarza, M = Monzonit porfir.



Foto 2d: Sempadan antara diorit kuarza dan monzonit porfir dicera di stesen cerapan K20 di dinding bekas kuari JKR, Benta. Ia menunjukkan sempadan intrusif yang mana monzonit porfir menerobos diorit kuarza. Simbol: D = Diorit kuarza, M = Monzonit porfir.



Foto 2e: Sempadan antara sienit porfir dan diorit kuarza dicera di stesen cerapan 39 di Jeram Besu. Ia menunjukkan sempadan dibentuk oleh sesar, tetapi sekiranya diunjurkan sesar ini memasuki diorit kuarza. Simbol: D = Diorit kuarza, S = Sienit porfir.

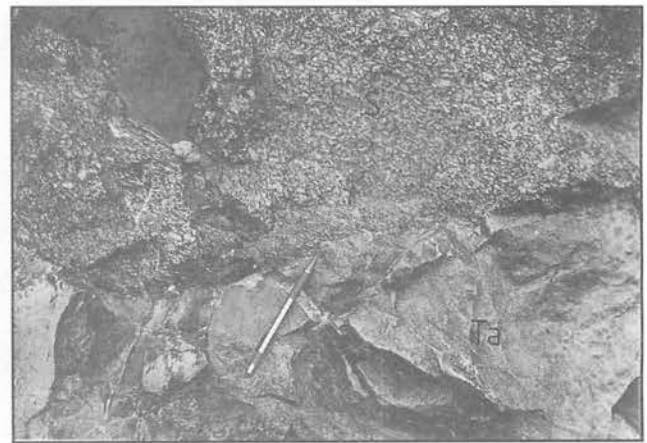


Foto 2f: Sempadan antara sienit porfir dan telerang apilit dicera di stesen cerapan 37 di Jeram Besu. Ia menunjukkan hubungan intrusif dengan pengherotan pengatur feldspar alkali dikesan dekat sempadan. Simbol: S = Sienit porfir Ta = Telerang apilit.



### ***Sempadan antara sienit porfir dan telerang***

Di Jeram Besu, terdapat satu terobosan telerang aplit yang besar di dalam sienit porfir dicerap di stesen cerapan 37, 42 dan 48 (Rajah 4). Terobosan ini berbentuk kekanta dan menunjukkan sempadan yang tidak lurus (Foto 2f). Terdapat juga bongkah sienit porfir di dalam telerang ini. Dengan mempertimbangkan arah herotan pengaturan feldspar alkali di dalam sienit porfir dekat sempadan batuan, ditafsirkan arah terobosan telerang dari selatan ke utara Jeram Besu. Selain daripada itu, telerang juga dijumpai memotong zenolit diorit kuarza dan zenolit sienit porfir yang berada di dalam monzonit porfir. Ini menunjukkan, telerang merupakan batuan yang paling muda di dalam jujukan usia relatif batuan-batuan ini.

## **USIA RADIOMETRI**

### **Persampelan**

Sebanyak empat sampel telah dipilih untuk analisis penentuan usia. Kesemua sampel ini dipilih dari Jeram Besu mewakili diorit kuarza, sienit porfir, monzonit porfir dan gneis psamit. Ini kerana batuan di Jeram Besu didapati tidak begitu tercampur atau berassimilasi sesama sendiri dan juga kurang mengandungi zenolit, berbanding dengan batuan di bekas kuari JKR, Benta.

Ujian dijalankan oleh syarikat swasta (Teledyne Isotope, USA). Sampel dihantar dalam bentuk kepingan batuan bersaiz 1 cm x 4 cm x 5 cm. Huraian ringkas petrografi juga disertakan bagi membantu penganalisis menjalankan eksperimen.

Pemilihan kaedah radiometri K/Ar keseluruhan batuan adalah berdasarkan kajian terdahulu yang menyatakan terdapat tiga kaedah digunakan bagi penentuan usia mandala barat, tengah dan timur, iaitu kaedah nisbah Rb/Sr oleh Liew (1983), kaedah K/Ar dan Rb/Sr oleh Bignell dan Snelling (1977) dan kaedah U-Pb oleh Liew dan McMulloch (1985). Penentuan usia mandala barat secara kaedah Rb/Sr dan U-Pb adalah lebih menyakinkan, berbanding K/Ar. Sementara bagi mandala tengah dan timur, ketiga-tiga kaedah adalah sesuai digunakan (Liew dan McMulloch 1985). Atas dasar kedudukan kawasan kajian di mandala tengah, maka kaedah K/Ar yang lebih murah antara ketiga-tiga kaedah dipilih.

### **Hasil analisis**

Daripada analisis nisbah K/Ar keseluruhan batuan, jujukan usia tua ke muda didapati daripada monzonit porfir berusia  $163 \pm 8$  juta tahun (Jura Tengah) diikuti oleh diorit kuarza berusia  $157 \pm 8$  juta tahun (Jura Tengah), sienit porfir berusia  $127 \pm 6$  juta tahun (Kapur Bawah) dan akhirnya gneis psamit berusia  $91.0 \pm 4.6$  juta tahun (Kapur Atas).

Kedudukan monzonit porfir didapati terbalik, iaitu sepatutnya paling muda. Penulis yakin bahawa monzonit porfir telah tercemar oleh diorit kuarza yang lebih tua, menyebabkan usia monzonit porfir menjadi lebih tua daripada yang sepatutnya. Ini selaras dengan kenyataan

Feeley dan Grunder (1991) yang menyatakan bahawa pencampuran batuan yang lebih tua terhadap magma batuan akan menyebabkan batuan itu menjadi lebih tua daripada yang sepatutnya. Pencampuran monzonit porfir dengan diorit kuarza boleh dilihat di lapangan dengan jelas yang mana monzonit porfir mengandungi banyak zenolit diorit kuarza yang pelbagai bentuk dan saiz, dan menunjukkan sempadan yang tidak jelas. Usia yang ditunjukkan oleh gneis psamit pula merupakan usia berlakunya proses metamorf di kawasan kajian.

Penentuan secara nisbah Rb/Sr batuan mandala tengah yang diwakili oleh Granit Gunung Benom didapati berusia Trias berbeza dengan penentuan secara K/Ar yang didapati berusia Jura hingga Kapur (Hutchison, 1977). Sementara Jaafar Ahmad (1979) menyatakan usia batuan alkali berusia Trias Bawah hingga Trias Atas berdasarkan perbandingan dengan batuan kalk-alkali yang berusia lebih muda, iaitu Kapur Tengah. Daripada dua analisis pengkaji terdahulu ini, penulis mendapati nilai usia yang diperolehi boleh diterima. Hasil analisis ditunjukkan di dalam Jadual 1 dan perbandingan usia dengan batuan lain di mandala tengah ditunjukkan di dalam Jadual 2.

## **KESIMPULAN**

Daripada cerapan lapangan dan penentuan usia radiometri K/Ar, penulis yakin bahawa jujukan usia batuan adalah daripada gneis psamit, diorit kuarza, sienit porfir, monzonit porfir dan kemudian telerang. Kaedah penentuan usia K/Ar didapati sesuai digunakan bagi kajian di mandala tengah, namun begitu pemilihan sampel perlu diteliti agar tidak melibatkan sampel yang tercemar. Diorit kuarza, sienit porfir dan monzonit porfir boleh dikelompokkan di dalam kumpulan batuan yang sama dan huraian proses pembentukan akan dinyatakan dalam kajian analisis geokimia unsur surih.

Kesimpulan ini telah mengubah pendapat Hutchison (1971) yang menyatakan gneis psamit dan sienit porfir merupakan batuan tertua berdasarkan kewujudan foliasi dan pengaturan feldspar alkali yang baik dalam batuan. Beliau juga menyatakan kedua-dua batuan ini adalah singenetik dan mengelaskan sienit porfir sebagai batuan metamorf. Berbeza dengan Syed Sheikh Almashoor (1994) yang menyatakan sienit porfir berasal daripada peleburan separa diorit kuarza. Jujukan usia yang dinyatakan oleh Syed Sheikh Almashoor (1994) adalah selari dengan jujukan usia yang dinyatakan oleh penulis.

## **PENGHARGAAN**

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Jabatan Geologi, Universiti Kebangsaan Malaysia atas peruntukan analisis radiometri. Terima kasih juga kepada Dr. Syed Sheikh Almashoor selaku penyelia dan penulis bersama, juga kepada Dr. Hamzah Mohamad atas kerjasama yang diberikan. Tidak dilupakan kepada Jabatan Perhutanan Benta, Pahang atas khidmat penginapan dan pengangkutan.

Jadual 1: Hasil analisis penentuan usia batuan secara K/Ar keseluruhan batuan yang dilakukan bagi empat jenis sampel batuan di Jeram Besu mewakili batuan di Kompleks Benta, Pahang.

No. Sampel	Nama Batuan	Usia (juta tahun)	% $^{40}\text{Ar}$	%
J14	Gneis psamit	91.0 $\pm$ 4.6 (Kapur Atas)	89.7 89.9	1.77 1.77
J17	Sienit porfir	127. $\pm$ 6. (Kapur Bawah)	98.4 98.4	5.68 5.67
J27	Diorit kuarza	157. $\pm$ 8. (Jura Tengah)	98.4 98.3	3.41 3.39
J7	Monzonit porfir	163. $\pm$ 8. (Jura Tengah)	97.0 97.0	4.52 4.50

Jadual 2: Perbandingan usia batuan dengan pengkaji terdahulu.

Nama Pengkaji	Tempat	Kaedah	Usia
Hutchison (1977)	Mandala tengah (Gunung Benom)	K/Ar mika Rb/Sr mika	Jura hingga Kapur Trias
Jaafar Ahmad (1979)	Gunung Benom	Bandingan dengan siri kalk-alkali	Trias Bawah hingga Trias Atas
Hasil Kajian	Jeram Besu	K/Ar keseluruhan batuan	Jura Tengah hingga Kapur Bawah

## RUJUKAN

- Bignell, J.D. and Snelling, N.J., 1977. *Geochronology of Malayan Granites*. Overseas Geol. Miner. Resour. London 47, 73p.
- Feeley, T.C. And Grunder, A.L., 1991. Mantle contribution to the evolution of middle Tertiary silicic magmas during early stages of extension: The Egan Range Volcanic Complexs, east-central Nevada. *Contrib. Mineral Petrol.* 106:154-169
- Hutchison, C.S., 1971. The Benta Migmatite Complex : Petrology of two important localities. *Geol. Soc. Malaysia*, Bull. 4:49-70
- Hutchison, C.S., 1977. Granite emplacement and tectonic subdivision of Peninsula Malaysia. *Geol. Soc. Of Malaysia*, Bull. 9:187-207
- Jaafar Ahmad, 1979. The petrology of the Benom Igneous Complex. *Geol. Surv. Malaysia Special Paper* 2.
- Liew, T.C., 1983. *Petrogenesis of the Peninsular Malaysian granitoid batholith*. Unpubl. D.Phil. Thesis, Aust. Nat. Univ.
- Syed Sheikh Almashoor, 1994. The Benta Migmatite revisited. *Geol. Soc. Of Malaysia – Annual Geological Conference*